

④

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 3 0 5 7 4 2

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 11 月 1 日

(51) Int. Cl. 5

C 0 3 B 11/00

40/02

識別記号

N

庁内整理番号

9041 - 4 G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 9 1 2 4 5

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 4 月 19 日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地
の 22

(72) 発明者 山口 浩一

鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株式
会社総合研究所内

(72) 発明者 大蔵 貴博

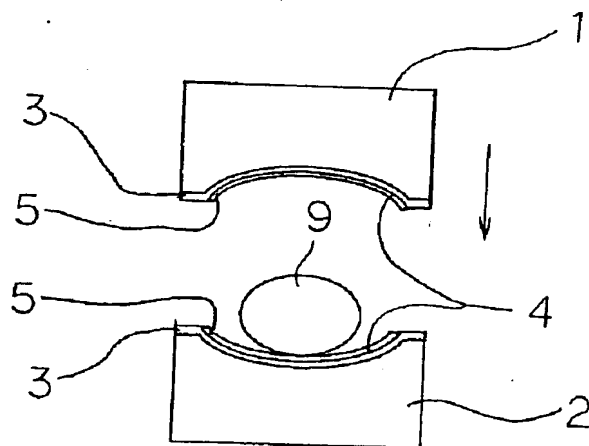
長野県岡谷市長地 2800 番地 京セラ株式会
社長野岡谷工場内

(54) 【発明の名称】 ガラス光学素子成形金型およびガラス光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 金型の使用回数を大幅に向上することができる
とともに、生産性を大幅に向上することができるガラス
光学素子成形金型およびガラス光学素子の製造方法を提
供する。

【構成】 光学機能面を有する金型本体と、この金型本体
の光学機能面 4 の表面に形成された膜厚 10 nm 以下の
炭素膜からなる離型膜 5 を有するガラス光学素子成形金
型であり、光学機能面 4 は、窒化ホウ素、窒化クロム、
炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、
白金、超硬合金から構成されることが好ましい。また、
成形されたガラス光学素子の表面精度の劣化に応じて、
光学機能面 4 から離型膜 5 を除去し、再度光学機能面 4
の表面に離型膜 5 を形成した後、ガラス塊 9 をプレス成
形する方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光学機能面を有する金型本体と、この金型本体の前記光学機能面に形成された膜厚10nm以下の炭素膜からなる離型膜とを有することを特徴とするガラス光学素子成形金型。

【請求項2】光学機能面は、窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金から選ばれる一種からなる請求項1記載のガラス光学素子成形金型。

【請求項3】光学機能面を有する金型本体の前記光学機能面の表面に、膜厚10nm以下の炭素膜からなる離型膜が形成されたガラス光学素子成形金型により、ガラス塊をプレス成形するガラス光学素子の製造方法であって、成形されたガラス光学素子の表面精度の劣化に応じて、前記光学機能面から前記離型膜を除去し、再度前記光学機能面の表面に離型膜を形成した後、ガラス塊をプレス成形することを特徴とするガラス光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レンズやプリズムなどの高精度なガラス光学素子をプレス成形により製造するためのガラス光学素子成形金型およびこの金型を用いたガラス光学素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年では、レンズやプリズム等のガラス光学素子を製造するのに、加熱軟化したガラス素材を成形金型によりプレス成形する方法が急速に発展している。この方法で使用される成形金型の光学機能面には、高温で軟化したガラスの成形金型への融着を防ぎ、高精度に加工された成形金型を保護するための離型膜が形成されている。この離型膜には、成形金型との密着性、ガラスとの離型性、耐酸化性、平滑性、高硬度等の膜特性が要求される。

【0003】そして、従来、これらの要求に対して金属、セラミックス等の成形金型に種々の材料をコーティングし、離型膜を形成する多くの提案がなされている。

【0004】例えば、特公平3-61617号公報にはセラミックよりなる基体の表面に炭化ケイ素(SiC)を被覆し、その上に窒化ホウ素等の窒化物を被覆してなる光学素子成形金型が提案されている。また、特公平3-61615号公報にはcBN及びaBNの混在した薄膜を光学素子成形金型に形成することが提案されている。さらに、特開平1-264937号公報には、成形金型の光学機能面に、例えば、エチレングリコールなどの有機物を単分子層から数10分子層をコーティングして有機物の薄層を形成し、この有機物の薄層を介して光学ガラス塊をプレス成形金型によって熱間プレス成形する光学素子の製造方法が提案されている。この方法では、有機物の薄層が寿命となった場合には、これを除去

し、有機物の薄層を再度成形金型の光学機能面に成膜させ、プレス成形を行っている。

【0005】そして、上記のような成形金型によるガラス光学素子の成形は、金型にガラス塊をセットし、例えば、600℃に加熱した後成形し、室温よりも高い、例えば、200℃まで冷却した後、成形体を取り出すことによって行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】特公平3-61617号公報や特公平3-61615号公報に開示されるように、高硬度窒化ホウ素膜を離型膜として使用した場合、光学機能面を有する成形金型の耐久性を改善することができる。しかしながら、ガラスのプレス成形では、高温高圧下で成形されるため、1000回程度のプレス成形の繰り返しによって離型膜が消耗し、成形されたガラス光学素子の表面精度が低下し、これにより、高精度が要求される非球面レンズ用の成形金型としては使用できなくなるといった問題があった。

【0007】一方、離型膜の消耗を抑制すべく、例えば、金型側にミキシング層を有する耐久性がさらに向上した離型膜を形成すると離型膜と成形金型との密着性や硬度が強力になり、寿命がきた離型膜を除去することは非常に困難であり、成形金型を償却処分するしかないという問題があった。即ち、成形金型はやはり高精度に仕上げられた光学機能面を有しており、非常に高価な製品であり、1000回程度の使用で成形金型を償却するとレンズ生産コストが大幅に上昇するという問題があった。

【0008】また、特開平1-264937号公報のように、1回のプレス成形時の金型の損傷を防止するため、エチレングリコールなどの有機物を単分子層から数10分子層を金型の光学機能面にコーティングする方法では、有機物の薄層が寿命となった場合には、これを除去し、有機物の薄層を再度成膜させるために金型を室温に冷却してから成膜する必要があるため、このような離型膜の再成膜を成形工程中において行うと成形サイクルが非常に長くなり、ガラス光学素子の生産性が大幅に低下するという問題があった。

【0009】本発明は、金型の使用回数を大幅に向上することができるとともに、生産性を大幅に向上することができるガラス光学素子成形金型およびガラス光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のガラス光学素子成形金型は、光学機能面を有する金型本体と、この金型本体の前記光学機能面の表面に形成された膜厚10nm以下の炭素膜からなる離型膜を有するものである。光学機能面は、窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金から選ばれる一種からなる。

【0011】また、本発明のガラス光学素子の製造方法は、光学機能面を備える金型本体の前記光学機能面の表面に、膜厚10nm以下の炭素膜からなる離型膜が形成されたガラス光学素子成形金型により、ガラス塊をプレス成形するガラス光学素子の製造方法であって、成形されたガラス光学素子の表面精度の劣化に応じて、前記光学機能面から前記離型膜を除去し、再度前記光学機能面の表面に離型膜を形成した後、ガラス塊をプレス成形する方法である。

【0012】また、非球面レンズの場合、表面精度が数nmのオーダーであるため、金型本体の光学機能面は同じレベルの表面精度を持つことが必要であり、また、この表面精度を離型膜に反映させるため、光学機能面とほぼ同様のレベルの表面精度を有するよう離型膜の膜厚は10nm以下に制御される。即ち、離型膜は少なくとも1回のプレス成形に耐えられるだけなので、離型膜の膜厚が10nmよりも厚い場合には、プレス成形により一部の離型膜が剥離し、離型膜表面の凹凸の差が大きくなり、エッチング除去する際に一部の光学機能面を有する下地を損傷する虞があるからである。また、成形により一部の離型膜が成形体に付着する虞があるが、この場合でもガラス光学素子の表面精度に著しい影響を与えぬよう、離型膜の膜厚は10nm以下とされている。離型膜の膜厚は、修復が容易という観点から特に1~4nmが好ましい。

【0013】離型膜の除去の方法は、例えば、大気圧下において温度200℃で水素ガスの高周波プラズマ炎を離型膜に吹きつけることにより行う。離型膜である炭素膜の成膜は、例えば、大気圧下において温度200℃で炭化水素と水素の混合ガスの高周波プラズマ炎を、金型本体の光学機能面に吹きつけることにより行う。

【0014】金型本体の光学機能面は、金型本体に、窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金からなる膜を形成し、その表面を光学機能面としても良いし、また、金型本体やその成形面を窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金から構成し、その表面を光学機能面としても良い。

【0015】

【作用】本発明では、炭素膜である離型膜を介してガラス塊を成形金型によりプレス成形するため、光学機能面とガラス塊とは直接接せず、離型膜がガラス塊と光学機能面との間に入ったクッションの役目をし、これによって、高精度に仕上げられた光学機能面は初期状態の表面精度を保持することが可能となる。

【0016】また、本発明のガラス光学素子は、型内へのガラス塊の搬入工程→昇温工程→プレス成形工程→冷却工程→型からのガラス光学素子の搬出工程→ガラス光学素子の製品チェック工程→成形されたガラス光学素子

の表面精度が劣化した場合には、光学機能面から離型膜を除去する工程→再度光学機能面に炭素膜からなる離型膜を成膜する工程の連続サイクルでプレス成形をする。そして、離型膜が炭素膜であるため、成膜する際にも室温よりも高い温度で成膜が可能となり、成形サイクルが短くなる。

【0017】

【実施例】以下、本発明のガラス光学素子成形金型を図面を用いて詳細に説明する。図1は、本発明のガラス光学素子成形金型の一実施例を示す縦断面図である。

【0018】図1において、符号1は上型を示しており、この上型1の下方には下型2が配置されている。これらの上型1および下型2は金型本体を構成しており、例えば、炭化ケイ素(SiC)セラミックからなる。

【0019】上型1および下型2の表面には、図示しないが、それぞれ膜厚100μmのSiCからなる下地層がCVD法により形成されている。これらの下地層の表面は、表面粗さRa=1nm以下に鏡面仕上げされている。

【0020】そして、下地層の表面には、図2に示すように、膜厚1μmの高硬度窒化ホウ素膜3が形成され、その表面が光学機能面4とされている。この光学機能面4の表面には、膜厚5nmの炭素膜からなる離型膜5が形成されている。光学機能面4は表面粗さRa=3nm以下に鏡面仕上げされ、この光学機能面4により、離型膜5の表面粗さは、光学機能面4とほぼ同様のRa=3nm以下とされている。

【0021】高硬度窒化ホウ素膜3は、下地層が形成された型1、2をイオンプレーティング装置にセットし、真空ポンプにて真空引きし、型1、2に-500eVのバイアスを印加させながら、N₂+Arガスを高周波コイルでプラズマ化し、金属ほう素(B)を電子ビームで真空蒸着することにより成膜される。

【0022】離型膜5は、図3に示すように、下型1と上型2をプレス成形機にセットし、型1、2を固定した土台に通電して約200℃になるように型1、2を昇温し、高周波プラズマ発生装置6を上下の型1、2の間に挿入し、メタンガスと水素ガスの混合ガスを導入し、高周波によりプラズマ炎を発生させることにより形成される。

【0023】以上のように構成されたガラス光学素子成形金型を用いてガラス光学素子を製造する方法としては、図1に示したように、プレス成形機にセットされた下型2の中央部にSF₆光学ガラス塊9を搬入し、窒素雰囲気中でプレス成形温度、例えば、520℃まで昇温し、上型1を下降させ成形した。この後、所定温度、例えば、300℃まで冷却し、光学素子を型1、2から搬出する方法が採用される。

【0024】そして、ガラス塊9搬入→成形→ガラス光学素子搬出のサイクルを約100回繰り返した後、ガラ

10

20

30

40

50

ス光学素子の表面精度に規格をはずれるものが発生してきたので、成形を中断して離型膜5の補修を行った。

【0025】離型膜5の補修は、先ず、炭素膜を成膜したときに使用した高周波プラズマ発生装置6を用い、水素ガスのみを導入して水素プラズマ炎により光学機能面4に付着している炭素膜からなる離型膜5をエッチングした。そして、再度前述した方法により炭素膜からなる離型膜5を成膜することにより行う。離型膜5のエッチングおよび成膜は、約200℃の温度で行った。これ以降、製品の表面精度の評価結果をフィードバックしながらプレス成形を行う。

【0026】従って、本発明のガラス光学素子成形金型では、ガラス塊9を離型膜5を介して成形金型により成形するため、光学機能面4とガラス塊9とは直接接せず、これにより、高精度に仕上げられた光学機能面4は初期状態の表面精度を保持することができ、一つの成形金型で10000回以上の成形を行うことができ、成形金型の大幅な耐久性向上が実現できる。

【0027】また、光学機能面4はレンズと同じレベル

の表面精度を持っているが、離型膜5の膜厚を5nmとすることにより、光学機能面4の表面精度が離型膜5に反映し、これにより、ガラス光学素子の表面精度の低下を防止することができる。

【0028】また、ガラス光学素子の表面精度のチェックを行った際、成形されたガラス光学素子の表面精度が一定基準よりも劣化した場合には、室温よりも高い300℃程度の温度で光学機能面4から離型膜5を除去し、再度光学機能面4に離型膜5を成膜した後、ガラス光学素子のプレス成形を行ったので、一つの成形金型により高精度のガラス光学素子の大量生産が可能になり、生産性を向上することができるとともに、製造コストを大幅に低減することができる。

【0029】本発明者等は、本発明の効果を確認すべく、光学機能面の材質および離型膜の膜厚を種々変化させる実験を行った。この結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

試料 No.	光学機能面 の材質	離型膜の厚み (nm)	耐久成形回数	10000 回成形 後の成形体の 表面粗さ異常	平均成形サイ クル時間 (分)
1	窒化クロム	炭素 5	10000回以上	無し	10
2	炭化クロム	炭素 5	10000回以上	無し	10
3	酸化クロム	炭素 5	10000回以上	無し	10
4	窒化珪素	炭素 5	10000回以上	無し	10
5	炭素	炭素 5	10000回以上	無し	10
6	炭化珪素	炭素 5	10000回以上	無し	10
7	白金	炭素 5	10000回以上	無し	10
8	超硬合金	炭素 5	10000回以上	無し	10
9	窒化ホウ素	炭素 2	20000回以上	無し	10
10	窒化ホウ素	炭素 3	20000回以上	無し	10
11	窒化ホウ素	炭素 4	20000回以上	無し	10
12	窒化ホウ素	炭素 6	20000回以上	無し	10
13	窒化ホウ素	炭素 10	20000回以上	無し	10
*14	窒化ホウ素	炭素 14	10000回以下	有り	15
*15	窒化ホウ素	エチレングリコール 8	10000回以下	無し	50

*印は、本発明の範囲外の試料を示す。

【0031】この表1より、光学機能面を窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金により形成し、離型膜が10nm以下である場合には、10000回以上の成形を行なった場合でも金型に異常は見られなかったが、離型膜が14nmである場合(試料No. 14)には、離型膜表面に生じた凹凸をエンチング処理する際に凹部分の下地が損傷を受け、10000回成形後の成形体の表面粗さに異常が生じた。また、離型膜としてエチレングリコールを用いた場合には平均成形サイクル時間が長くなった。尚、成形体の表面粗さの異常は、 $Ra = 3nm$ 以上の場合、あるいは直径 $10\mu m$ 以上の白点が生じた場合を異常有りとした。

【0032】尚、上記実施例では、金型本体の表面に窒

化ホウ素、窒化クロム、酸化クロム、炭化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金からなる膜を形成し、その表面を光学機能面とした例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、金型本体やその成形面を窒化ホウ素、窒化クロム、酸化クロム、炭化クロム、窒化珪素、炭化珪素、炭素、白金、超硬合金から構成し、その表面を光学機能面としても良いことは勿論である。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のガラス光学素子成形金型およびガラス光学素子の製造方法では、離型膜の炭素膜によってガラス塊と光学機能面が直接接触しないため、高精度に仕上げられた光学機能面は初期状態を保持することができ、成形金型の耐久性を大幅に

向上できる。これにより、金型の使用回数を大幅に向上することができるとともに、生産性を大幅に向上することができる。

【0034】また、離型膜の膜厚が10nm以下とされているので、光学機能面は高い面精度を持っており、この表面精度が離型膜に反映し、離型膜が光学機能面とほぼ同様のレベルの表面精度を有することができ、ガラス光学素子の表面精度の低下を防止することができる。さらに、ガラス光学素子の表面精度の評価結果をフィードバックし、成形されたガラス光学素子の表面精度が一定基準よりも劣化した場合には、室温よりも高い温度で光学機能面から離型膜を除去し、再度光学機能面に離型膜を成膜した後、ガラス光学素子のプレス成形を行うので、一つの成形金型により高精度のガラス光学素子の大量生産が可能になり、成形サイクルを短縮することにより生産性を向上することができるとともに、製造コストを大幅に低減することができる。

【図面の簡単な説明】
【図1】本発明のガラス光学素子成形金型を示す説明図である。

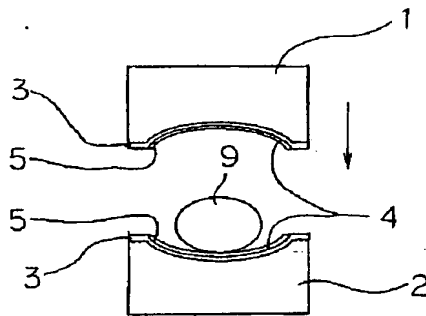
【図2】図1の下型の一部を拡大して示す説明図である。1

【図3】離型膜の補修方法を示す説明図である。

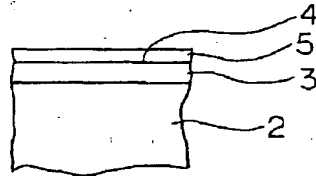
【符号の説明】

- | | |
|---|-------|
| 1 | 上型 |
| 2 | 下型 |
| 4 | 光学機能面 |
| 5 | 離型膜 |

【図1】



【図2】



【図3】

